

МУЛЬТИКАНАЛЬНИЙ ВИМІРЮВАЧ ЧАСТОТИ НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дана робота присвячена сучасним універсальним цифровим вимірювачам частоти (частотомірам), що є інформаційно-вимірювальними системами з вбудованими мікропроцесорами для вимірювання величин частотно-фазо-часової групи, а саме: середнього значення частоти, миттєвого значення частоти, відношення частот, девіації частоти, швидкості зміни частоти, відносного відхилення частоти, періоду, девіації періоду, тривалості імпульсів, середнього значення зсуву фаз, миттєвого значення зсуву фаз і т. ін. Мультиканальні вимірювачі частоти зазвичай мають велику кількість входів, що для розробки складних систем з перетвореннями частот або з великою кількістю датчиків з частотним виходом не є раціональним, а спеціалізовані мультиканальні вимірювачі є високовартісними.

Ключові слова: цифровий вимірювач частоти, мікроконтролер, мультиканальний.

Abstract

This work is devoted to modern universal digital frequency meters, which are information-measuring systems with embedded microprocessors for the frequency-phase-time group, namely: to measure the average frequency, instantaneous frequency, frequency ratio, frequency deviation, changes speed of frequency, relative frequency deviation, period, period deviation, time interval ratio, pulse duration, mean phase shift values, instantaneous phase shift values, etc. Multichannel frequency meters usually have a large number of inputs, which is not rational for developing complex systems with frequency conversions or a large number of sensors with frequency output, and specialized multichannel meters are expensive.

Keywords: digital frequency meter, microcontroller, multichannel.

Вступ

До головних вимоги сучасних вимірювальних приладів слід віднести: високу точність, велику роздільну здатність, температурну та часову стабільності, такі прилади можуть бути виконані на базі цифрових способів обробки і представлення інформації.

Похибка аналогових вимірювальних приладів залежно від виду вимірюваної величини і класу приладу складає 1...5%, що не завжди задовольняє сучасні вимоги до точності вимірювання. Цифрова обробка інформації дозволяє одержати досить малу похибку (0,05...0,2%) та стабільність параметрів. Тому є доцільним впровадження в практику цифрових способи обробки і представлення інформації на основі сучасної елементної бази. Також в порівнянні з аналоговою, використання цифрової обробки дозволяє легко забезпечити універсальність та мультиканальність пристроїв вимірювання [1].

Результати дослідження

Слід зазначити, що використання приладу в режимі лічби імпульсів для вимірювань сигналів низької частоти, дає велику похибку і неприйнятне при вимірюваннях сигналів на низьких частотах.

Для вирішення поставленої задачі було складено структурну схему мультиканального частотоміра, що представлена на рис. 1.

Робота мікропроцесорного частотоміра, що дозволяє досліджувати періодичні процеси у широкому діапазоні буде відбуватись у наступній послідовності [2, 3].

Спочатку налаштовують прилад на режим періодоміра. Встановлюють коефіцієнт подільника частоти $K = 1$ і проводять вимірювання невідомої частоти f_x . Вимірювана частота подається на вхід аналогового компаратора. Аналоговий компаратор обраний тому, що він має досить гнучку програмну обробку інформації і розробник ПЗ може вибрати пряму програмну обробку або обробку за перериванням. За переднім фронтом імпульсу на вході аналогового компаратора запускається

таймер на лічбу імпульсів $\frac{f_0}{K}$. За наступним переднім фронтом імпульсу на вході компаратора (по закінченню періоду T_x) таймер мікроконтролера зупиняється і підраховується кількість імпульсів N_x .

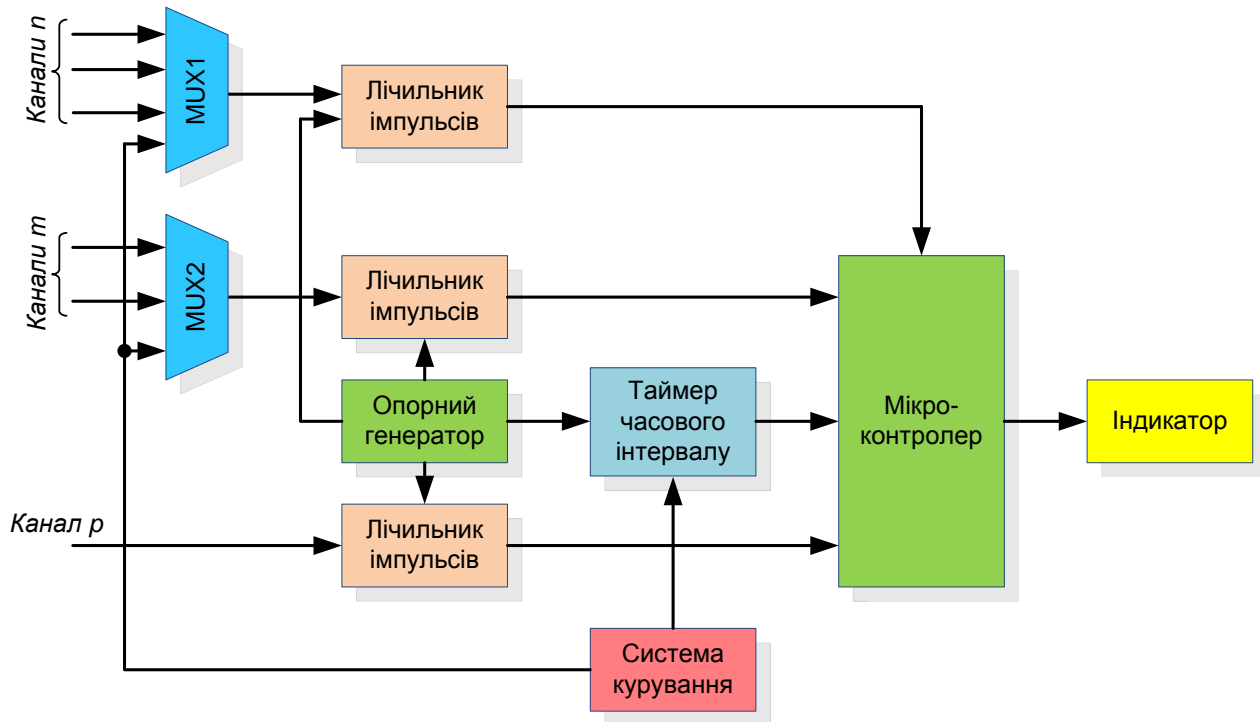


Рис. 1. Структурна схема мультиканального частотоміра

Якщо $N_x = 0$ (частота f_x недостатня для спрацювання періодоміра), то задають за допомогою таймера часовий інтервал T_0 (наприклад, $T_0 = 1$ с) і переходять в режим вимірювання частоти. Частоту обчислюють за формулою

$$f_x = \frac{N_x}{T_0}, \quad (1)$$

Якщо $N_x \neq 0$, то перевіряють переповнення таймера мікроконтролера. При невиконанні цієї умови обчислюють частоту, інакше збільшують коефіцієнт подільника частоти на ΔK і повертаються до вимірювання періоду. Частоту обчислюють за формулою (2)

$$f_x = \frac{f_0}{N_x \cdot K}. \quad (2)$$

У момент появи першого імпульсу запускається таймер на підрахунок імпульсів $\frac{f_0}{K}$. Підрахунок проходить до моменту появи переднього фронту кінцевого імпульсу. При цьому робота таймера зупиняється і підраховується кількість імпульсів N_x . Кількість імпульсів усереднюється за проміжок часу [1, 2]

$$T_g = n \cdot f_x. \quad (3)$$

Оскільки тільки компілятора не достатньо для проведення повного моделювання вимірювача частоти на мікроконтролері, за рахунок неможливості під'єднання зовнішніх пристроїв, виберемо САПР, яка включає в себе потрібні можливості, тобто моделювання роботи програми мікроконтролера та можливість підключення до нього зовнішніх пристроїв. Повністю цим умовам задовольняє САПР Proteus Design Suite [4, 5].

Під час моделювання на входи мікроконтролера подається сигнал з генераторів прямокутних імпульсів з різними частотами. Процес вимірювання вхідних частот починається після натискання кнопки, а результати виводяться на пристрій індикації, яким в даному випадку є символічний екран, або може бути семисегментний індикатор, в залежності від технічного завдання. Після натискання кнопки запуску, спрацьовують переривання по зовнішній дії і вмикається таймер інтервалу часу та активні лічильники імпульсів. Після завершення першого інтервалу часу на пристрої індикації з'являються результати [6 - 8].

Отримані результати в процесі моделювання повністю співпадають з теоретичним обґрунтуванням алгоритмів роботи та розрахунку похибок.

Висновки

В даній роботі був проведений огляд сучасних цифрових методів визначення частоти. На основі оглянутих методів був розроблений комбінований метод, розроблена його повна структурна схема, схема електрична принципова та програма для мікроконтролера. Представлені основні алгоритми забезпечили повноцінне функціонування мікроконтролера та системи на його основі. Цифровому методу властива похибка дискретизації, межа якої дорівнює періоду повторення лічильних імпульсів, що заповнюють інтервал. Мінімальне значення періоду повторення визначається швидкістю лічильників і для приладів, що випускаються промисловістю складає 1... 5 нс [1]. Гранична відносна похибка дискретизації обернено пропорційна числу імпульсів, що заповнюють часовий інтервал.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ananjan Basu, An Introduction to Microwave Measurements [Text] / Ananjan Basu. – CRC Press, 1st ed., 2014. – 310 p. – ISBN 978-1482214352.
2. Muhammad Ali Mazidi, Freescale ARM Cortex-M Embedded Programming / Muhammad Ali Mazidi, Sarmad Naimi, Sepehr Naimi, Shujen Chen. – MicroDigitalEd, 2nd ed., 2016. – 336 p. – ISBN 978-0997925982.
3. Martin P. Bates, Programming Microcontrollers in C: with Interactive Hardware Simulation [Text] / Martin P. Bates. – Newnes, 1st ed., 2008. – 304 p. – ISBN 978-0750689601.
4. Кофанов В. Л. Проектування цифрових пристроїв на основі САПР Quartus II [Текст] : практикум для студ. напряму підготовки "Радіотехніка" всіх спец. / В. Л. Кофанов, Д. В. Гаврілов, О. В. Осадчук ; Вінницький національний технічний ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2009. – 164 с.
5. Кофанов В. Л. Лабораторний практикум з дослідження цифрових пристроїв на основі САПР MAX+PLUS II [Текст] : лабораторний практикум / В. Л. Кофанов, О. В. Осадчук, Д. В. Гаврілов. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 200 с.
6. Уэйкерли Д.Ф., Проектирование цифровых устройств [Текст] : у 2 т. Т. 1. / Джон Ф Уэйкерли. – М.: Постмаркет, – 2002. – 544 с. – ISBN 5-901095-12-X.
7. Yosyp Y. Bilynsky, Oksana S. Horodetska, Mykola V. Hladyshevskiy, Dmitro V. Mykhalevskiy, Žaklin M. Grądz, Gali Duskazaev, Experimental investigations of the amplitude-frequency meter of the velocity flowing environment [Text] // Proceedings Volume 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018; 1080869 (2018). DOI: 10.1117/12.2501614.
8. Filinyuk, N.A. and Gavrilov, D.V. Parameters determination of physical equivalent circuit of Schottky dual-gate MESFET. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenij. Radioelektronika. 2004. vol. 47, n. 11, pp. 71-75.

Гаврілов Дмитро Володимирович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: havrilov@vntu.edu.ua

Лановенко Вадим Васильович — студент групи РТ-17м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: lanovenko.vadim@gmail.com

Havrilov Dmytro — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: havrilov@vntu.edu.ua

Lanovenko Vadym — student of the Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: lanovenko.vadim@gmail.com